

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



551 597

(43) Date de la publication internationale  
21 octobre 2004 (21.10.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/091122 A1

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :

H04B 10/18, 10/17

Lecelles (FR). PINCEMIN, Erwan [FR/FR]; Kernevez,  
F-22290 Gommenec'h (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2004/000799

(74) Mandataire : REMY, Vincent; Cabinet Lhermet la Bigne  
& Remy, 191, rue Saint-Honoré, F-75001 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international : 30 mars 2004 (30.03.2004)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

03/03967

31 mars 2003 (31.03.2003)

FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :

FRANCE TELECOM [FR/FR]; 6, place d'Alleray,  
F-75015 Paris (FR).

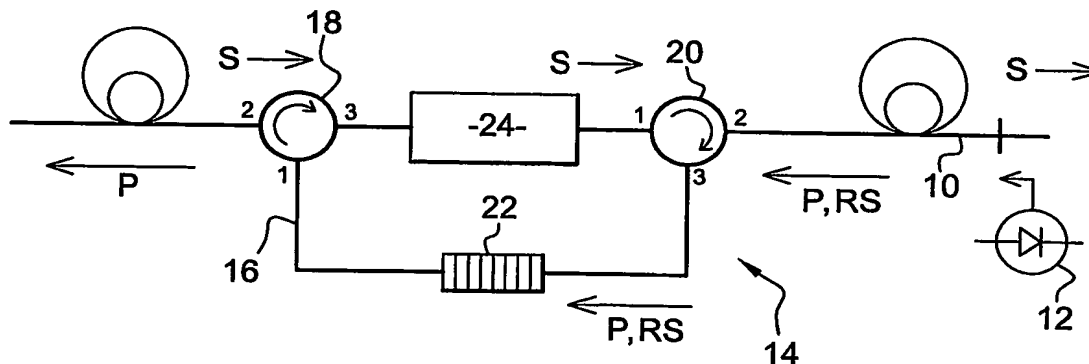
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,  
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,  
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,  
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM,  
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien  
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: OPTICAL DEVICE, ESPECIALLY FOR THE SUPPRESSION OF A RAYLEIGH DOUBLE BACKSCATTERED  
NOISE AND SYSTEM COMPRISING SAID DEVICE

(54) Titre : DISPOSITIF OPTIQUE, NOTAMMENT DE SUPPRESSION DU BRUIT DIT DE DOUBLE RETRO-DIFFUSION  
RAYLEIGH, ET INSTALLATION COMPORTANT UN TEL DISPOSITIF



(57) Abstract: The optical device (14) for processing a signal can be adapted on means (10) for the optical transmission of at least one information-carrying signal (S). It comprises means (20,22) for suppressing backscattered signals (RS) in the optical transmission means (10). It also comprises an optical propagation medium (16) which is connected in parallel to the optical transmission means (10), means (18,20) for diverting backscattered signals (P, RS) towards said optical propagation medium (16) and signal discrimination means (22) connected to the optical propagation medium (16).

(57) Abrégé : Ce dispositif optique (14) de traitement de signal est destiné à être adapté sur des moyens (10) de transmission optique d'au moins un signal (S) porteur d'informations. Il comporte des moyens (20, 22) de suppression de signaux (RS) rétro-diffusés dans les moyens (10) de transmission optique. Il comporte un milieu de propagation optique (16) destiné à être raccordé en parallèle sur les moyens (10) de transmission optique, des moyens (18, 20) de dérivation, vers ce milieu de propagation optique (16), des signaux (P, RS) rétro-diffusés dans les moyens (10) de transmission optique, et des moyens de discrimination (22) de signaux, raccordés au milieu de propagation optique (16).

WO 2004/091122 A1



HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée :**

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

Dispositif optique, notamment de suppression du bruit dit de double rétro-diffusion Rayleigh, et installation comportant un tel dispositif

La présente invention concerne un dispositif optique de traitement de signal, utilisé notamment pour la suppression du bruit dit de double rétro-diffusion Rayleigh. Elle concerne également une installation de transmission optique de signaux comportant un tel dispositif.

5 Plus précisément, l'invention concerne un dispositif optique destiné à être adapté sur des moyens de transmission optique d'au moins un signal porteur d'informations, et comportant des moyens de suppression de signaux rétro-diffusés dans les moyens de transmission optique.

10 On connaît de tels dispositifs optiques visant à supprimer tout bruit de rétro-diffusion dans une fibre optique de transmission. En général, ils comportent un isolateur disposé sur la fibre optique de transmission. Cet isolateur ne laisse passer les signaux optiques que dans un seul sens, c'est-à-dire dans le sens de transmission du signal porteur d'informations, mais bloque toute transmission de signaux dans l'autre sens, c'est-à-dire notamment les signaux rétro-diffusés dans la fibre optique.

15 Cependant, pour des applications de transmission optique à longue distance et à débit élevé, il est particulièrement intéressant d'amplifier régulièrement le signal le long de la fibre optique de transmission à l'aide d'un système d'amplification Raman distribuée. Ce système d'amplification comporte l'avantage d'être efficace sur une bande plus large tout en améliorant le rapport signal sur bruit, par rapport à un amplificateur optique classique  
20 localisé.

Ce système d'amplification Raman distribuée est mis en œuvre par l'injection, dans la fibre optique de transmission, d'un signal lumineux laser rétro-propagé, dit signal de pompe. La longueur d'onde de ce signal de pompe est en général d'environ 100 nm en dessous de la longueur d'onde du signal porteur d'informations transmis, c'est-à-dire par  
25 exemple 1450 nm pour l'amplification d'un signal porteur d'informations dont la longueur d'onde porteuse est de 1550 nm.

Cependant, l'amplification Raman distribuée pose un nouveau problème : elle génère un bruit de double rétro-diffusion Rayleigh qui interfère avec le signal porteur d'informations et engendre un bruit de battement sur le récepteur en fin de transmission.  
30 Ce bruit nuit à la qualité de la propagation.

L'utilisation d'un isolateur dans ce cas n'est pas idéale. En effet, l'isolateur supprime en partie le bruit de double rétro-diffusion Rayleigh, mais supprime en même temps le

signal de pompe rétro-propagé, ce qui nécessite l'installation d'un deuxième système d'amplification Raman distribuée sur la fibre optique de transmission, pour amplifier le signal situé en amont de l'isolateur. Cette solution est coûteuse et ne permet pas de discriminer le signal de rétro-diffusion Rayleigh du signal de pompe dans la fibre de transmission.

L'invention vise à remédier à cet inconvénient en fournissant un dispositif optique de traitement de signal capable de supprimer seulement une partie prédéterminée des signaux rétro-diffusés, notamment pour la suppression d'un bruit dit de rétro-diffusion Rayleigh rétro-propagé dans des moyens de transmission optique sur lesquels est installé un système d'amplification Raman distribuée.

L'invention a donc pour objet un dispositif optique de traitement de signal, destiné à être adapté sur des moyens de transmission optique d'au moins un signal porteur d'informations, comportant des moyens de suppression de signaux rétro-diffusés dans les moyens de transmission optique, caractérisé en ce qu'il comporte un milieu de propagation optique destiné à être raccordé en parallèle sur les moyens de transmission optique, des moyens de dérivation, vers ce milieu de propagation optique, des signaux rétro-diffusés dans les moyens de transmission optique, et des moyens de discrimination de signaux, raccordés au milieu de propagation optique.

En effet, alors qu'il est impossible de discriminer, par exemple par filtrage, le signal porteur d'informations dans les moyens de transmission optique, étant donné que la longueur d'onde du signal de rétro-diffusion Rayleigh est la même que celle du signal porteur d'informations, il est possible de réaliser cette discrimination, dès lors que les signaux rétro-diffusés et rétro-propagés sont dérivés vers un milieu de propagation optique spécifique auquel sont raccordés des moyens de discrimination. Ainsi, il est possible de supprimer un bruit de rétro-diffusion Rayleigh, tout en laissant passer d'autres signaux rétro-propagés, notamment un signal de pompe, lorsque ces signaux ont des longueurs d'ondes différentes.

Cette solution ne nécessite pas l'installation d'un deuxième dispositif d'amplification Raman distribuée en amont du dispositif optique de traitement de signal.

Un dispositif optique de traitement de signal selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les moyens de dérivation comportent deux circulateurs, disposés chacun à l'un des points de raccordement du milieu de propagation optique sur les moyens de transmission optique, de manière à provoquer la circulation du signal porteur d'informations dans les moyens de transmission optique et la circulation des signaux rétro-diffusés dans le milieu de propagation optique, entre les deux circulateurs ;

- il comporte en outre un module fonctionnel optique disposé sur les moyens de transmission optique entre les deux circulateurs ;
  - le module fonctionnel optique comporte au moins l'un des éléments choisis dans l'ensemble constitué d'un multiplexeur optique d'insertion/extraction de longueurs d'ondes, d'un commutateur optique, d'un compensateur de dispersion modale de polarisation, et d'un régénérateur optique ;
  - les moyens de discrimination de signaux comprennent un filtre passe-bande, centré sur la longueur d'onde d'un signal de pompe Raman destiné à être rétro-propagé dans les moyens de transmission optique ;
  - les moyens de discrimination de signaux comprennent une fibre à réseau de Bragg, dont la longueur d'onde de réflexion correspond à la longueur d'onde d'un signal de rétro-diffusion issu du signal porteur d'information ;
  - le dispositif étant destiné à être adapté sur des moyens de transmission optique d'une pluralité de signaux porteurs d'informations, les moyens de discrimination de signaux comprennent une pluralité de réseaux de Bragg disposés en série, dont les longueurs d'ondes de réflexion correspondent respectivement aux longueurs d'ondes porteuses de signaux de rétro-diffusion issus de la pluralité des signaux porteurs d'informations ; et
  - les moyens de discrimination de signaux comprennent un démultiplexeur de signaux optiques associé à un multiplexeur de signaux optiques, le démultiplexeur étant conçu par construction pour ne transmettre que certains signaux de longueurs d'ondes prédéterminées ; et
  - les moyens de transmission optique comportent une fibre optique de ligne, et le milieu de propagation optique comporte une portion de fibre optique.
- 25 L'invention a également pour objet un dispositif optique de suppression de bruit de rétro-diffusion Rayleigh comportant un dispositif optique de traitement de signal tel que décrit précédemment.
- Enfin, l'invention a également pour objet une installation optique de transmission de signaux, comportant une fibre optique de transmission d'au moins un signal porteur d'informations et un système d'amplification Raman distribuée, caractérisée en ce qu'elle
- 30 comporte en outre un dispositif optique de traitement de signal tel que décrit précédemment.
- L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement l'évolution de la puissance d'un signal transmis dans une fibre optique munie d'un système d'amplification Raman distribuée ;
- 5 - la figure 2 représente schématiquement la structure d'un dispositif de traitement de signal selon un premier mode de réalisation de l'invention, installé sur la fibre optique de la figure 1 ;
- la figure 3 représente schématiquement la structure d'un dispositif de traitement de signal selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ; et
- 10 - la figure 4 représente schématiquement la structure d'un dispositif de transmission de signal selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

Sur la figure 1, on a représenté une fibre optique de transmission 10 formant l'axe horizontal d'un diagramme. Ce diagramme représente l'évolution de la puissance d'un signal S porteur d'informations le long de la fibre optique 10.

15 A certains endroits, en général réguliers, des générateurs 12 de signaux de pompe sont raccordés à la fibre optique de transmission 10 pour la rétro-propagation d'un signal de pompe P dans la fibre optique. Par exemple, ces générateurs 12 sont disposés tous les 100 km.

On entend par "rétro-propagation" d'un signal, la propagation de ce signal en sens inverse de la propagation du signal porteur d'informations transmis par la fibre optique 10.

20 Le signal de pompe rétro-propagé amplifie le signal S porteur d'informations sur une longueur efficace  $L_{\text{eff}}$  d'une vingtaine de kilomètres de la fibre optique de transmission 10.

Ainsi, le signal S porteur d'informations qui tend à s'atténuer le long de la fibre optique de transmission 10 est amplifié par le signal de pompe P introduit par l'un des  
25 générateurs 12 dans la portion optique de fibre optique de transmission 10 se trouvant à une distance inférieure à  $L_{\text{eff}}$  en amont de ce générateur 12.

Dans cette même portion de fibre optique de transmission 10, on insère un dispositif optique 14 de traitement de signal selon l'invention pour supprimer le bruit de rétro-diffusion Rayleigh engendré par la présence de ce générateur 12, tout en laissant passer  
30 le signal de pompe.

Comme cela est représenté sur la figure 2, selon un premier mode de réalisation de l'invention, le dispositif optique 14 comporte une portion de fibre optique 16 raccordée en parallèle sur la fibre optique de transmission 10, au moyen de deux circulateurs 18 et 20  
35 situés chacun à une extrémité de la portion de fibre optique 16. Chaque circulateur 18, 20 comporte trois bornes dont deux sont reliées à la fibre optique de transmission 10 par

insertion des circulateurs dans celle-ci et dont l'une est reliée à l'une des extrémités de la portion de fibre optique 16.

Le premier 18 des deux circulateurs rencontré par le signal porteur d'informations S, est disposé sur la fibre optique de transmission 10 de telle sorte que :

- 5           - un signal provenant de la portion de fibre 16 est dirigé dans la fibre de transmission 10 dans le sens de rétro-propagation ;
- un signal provenant de la fibre de transmission 10 dans le sens de propagation du signal porteur d'informations S est dirigé vers la fibre de transmission 10, toujours dans le sens de propagation du signal porteur d'informations S ; et
- 10          - un signal provenant de la fibre de transmission 10 dans le sens de rétro-propagation est stoppé et supprimé.

Le second circulateur 20 est disposé sur la fibre de transmission 10 à l'autre extrémité de la portion de fibre 16 de telle sorte que :

- 15          - un signal provenant de la fibre optique de transmission 10 dans le sens de propagation du signal porteur d'informations S est dirigé vers la fibre de transmission 10, toujours dans le sens de propagation du signal porteur d'informations S ;
- un signal en provenance de la fibre de transmission 10 dans le sens de rétro-propagation est dirigé dans la portion de fibre optique 16 ; et
- 20          - un signal en provenance de la portion de fibre optique 16 est stoppé et supprimé.

Ainsi, le signal porteur d'informations S, se propageant dans la fibre de transmission 10 dans le sens de propagation, traverse tout d'abord le premier circulateur 18. En sortie de ce circulateur 18 il continue à se propager dans le sens de propagation dans la fibre de transmission 10 puis arrive en entrée du second circulateur 20. En sortie de celui-ci il continue à se propager dans la fibre de transmission 10 dans le sens de propagation.

Par contre, le signal de pompe P et le bruit de rétro-diffusion Rayleigh RS, induit par la présence du générateur 12 sur la fibre de transmission 10 se propagent dans le sens inverse du signal porteur d'informations S. Ces deux signaux rétro-diffusés arrivent tout d'abord en entrée du second circulateur 20 et sont dérivés par ce dernier dans la portion de fibre optique 16. Ils arrivent ensuite en entrée du premier circulateur 18 situé à l'autre extrémité de la portion de fibre optique 16 et sont de nouveau dirigés dans la fibre de transmission 10 dans le sens de rétro-propagation.

35          On constate donc que les deux circulateurs 18 et 20 permettant de raccorder la portion de fibre optique 16 à la fibre de transmission 10 forment des moyens de dérivation

des signaux rétro-diffusés P et RS dans la fibre de transmission 10 vers cette portion de fibre optique 16.

Le dispositif de traitement de signal 14 comporte en outre des moyens de discrimination de signaux raccordés à la portion de fibre optique 16 dans laquelle se  
5 propagent le signal de pompe P et le bruit de rétro-diffusion Rayleigh RS.

Ces moyens de discrimination comprennent par exemple un filtre passe-bande, dont la fréquence centrale est centrée sur la longueur d'onde du signal de pompe P et excluant notamment les signaux de longueur d'onde égale à celle du bruit de rétro-diffusion Rayleigh RS, qui est d'environ 100 nm supérieure à celle du signal de pompe.

10 Ainsi, les signaux rétro-diffusés se propageant dans la portion de fibre optique 16 traversent le filtre passe-bande 22, de sorte qu'en sortie de ce filtre, seul le signal de pompe se propage. Ainsi, ce filtre 22 constitue des moyens de discrimination des signaux rétro-diffusés se propageant dans la portion 16 de fibre optique, permettant en outre de supprimer le signal de rétro-diffusion Rayleigh par filtrage pour ne laisser passer que le  
15 signal de pompe P.

Il est possible de remplacer le filtre passe-bande 22 par une fibre à réseau de Bragg 22, dont la longueur d'onde de réflexion correspond à la longueur d'onde du bruit de rétro-diffusion RS.

Cette fibre à réseau de Bragg 22 est connue et se comporte de la façon suivante :  
20 - les signaux dont la longueur d'onde est proche de la longueur d'onde de réflexion du réseau de Bragg sont réfléchis par ce réseau de Bragg ; et  
- les signaux dont la longueur d'onde est éloignée de la longueur d'onde de réflexion du réseau de Bragg, c'est-à-dire notamment le signal de pompe P, sont transmis par le réseau de Bragg ;

25 De la sorte, le signal de pompe P se propageant dans la portion de fibre optique 16 traverse le réseau de Bragg 22 et est dirigé par le circulateur 18 dans la fibre de transmission dans le sens de rétro-propagation.

Par contre, le signal de rétro-diffusion Rayleigh RS se propageant dans la même portion de fibre optique 16 est réfléchi par le réseau de Bragg 22 vers le second  
30 circulateur 20, puis est stoppé et supprimé par ce dernier qui fait alors office de filtre.

De façon optionnelle, le dispositif optique de traitement de signal 14 comporte, entre les deux circulateurs 18 et 20, sur la fibre de transmission 10, un module fonctionnel optique 24. Ce module fonctionnel optique 24 comporte par exemple un multiplexeur optique d'insertion/d'extraction de longueurs d'ondes, un commutateur optique, un  
35 compensateur de dispersion modale de polarisation, un générateur optique, ou une combinaison de plusieurs de ces éléments.



Un deuxième mode de réalisation est représenté sur la figure 3. Sur cette figure, on utilise la fibre optique de transmission 10 pour la transmission d'une pluralité de signaux porteurs d'informations. Par exemple, on transmet trois signaux  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$  se propageant à des longueurs d'ondes différentes,  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  et  $\lambda_3$ .

5 Le système d'amplification Raman distribuée matérialisé par le générateur 12 est alors adapté pour la génération de trois signaux de pompe Raman  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$ .

Cette propagation de trois signaux induit en outre la rétro-propagation de trois signaux de bruit de rétro-diffusion Rayleigh  $RS_1$ ,  $RS_2$  et  $RS_3$ , avec les signaux de pompe  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$ .

10 Dans ce cas, la portion de fibre optique 16 comporte trois fibres à réseau de Bragg 22a, 22b et 22c, chacune de ces fibres à réseau de Bragg étant centrée sur l'une des longueurs d'ondes des bruits de rétro-diffusion Rayleigh  $RS_1$ ,  $RS_2$  et  $RS_3$ .

Ces trois fibres à réseau de Bragg sont tout simplement montées en série et provoquent chacune la réflexion d'une partie du signal rétro-diffusé se propageant dans la  
15 portion de fibre optique 16, c'est-à-dire respectivement le bruit rétro-diffusé  $RS_1$  induit par le signal  $S_1$ , le signal rétro-diffusé  $RS_2$  induit par le signal  $S_2$  et le signal rétro-diffusé  $RS_3$  induit par le signal  $S_3$ .

Par contre, les trois signaux de pompe Raman  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$  sont intégralement transmis à travers les fibres à réseau de Bragg 22a, 22b et 22c.

20 Un troisième mode de réalisation est représenté sur la figure 4. Sur cette figure, on utilise également la fibre optique de transmission 10 pour la transmission d'une pluralité de signaux porteurs d'informations  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$ , comme dans le cas du deuxième mode de réalisation.

Mais dans ce cas, en alternative, la portion de fibre optique 16 comporte un  
25 démultiplexeur 26a associé à un multiplexeur 26b. Le démultiplexeur 26a est conçu par construction pour ne laisser passer que les signaux de pompe Raman  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$  sur trois portions de fibre optique branchées en parallèle entre le démultiplexeur 26a et le multiplexeur 26b.

Ainsi, les signaux rétro-propagés dans la portion de fibre optique 16 arrivent en  
30 entrée du démultiplexeur 26a. De l'ensemble de ces signaux, seuls les trois signaux de pompe  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$  sont fournis en sortie du multiplexeur 26b pour être de nouveau injectés dans la fibre de ligne 10. Les signaux de bruit de rétro-diffusion Rayleigh  $RS_1$ ,  $RS_2$  et  $RS_3$  sont filtrés par le démultiplexeur 26a.

Il apparaît clairement qu'un dispositif optique de traitement du signal selon  
35 l'invention permet la suppression de tout bruit de rétro-diffusion Rayleigh, tout en

permettant la propagation du signal de pompe dans le sens de rétro-propagation en aval et en amont du dispositif optique de traitement de signal, dans la fibre de transmission 10.

5 Ce dispositif permet, à moindre frais, d'utiliser un système d'amplification Raman distribuée, dans un dispositif de transmission optique de signaux, en résolvant le problème de la présence de bruit de rétro-diffusion Rayleigh.

REVENDICATIONS

1. Dispositif optique (14) de traitement de signal, destiné à être adapté sur des moyens (10) de transmission optique d'au moins un signal (S ; S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>) porteur d'informations, comportant des moyens (20, 22) de suppression de signaux (RS ; RS<sub>1</sub>, RS<sub>2</sub>, RS<sub>3</sub>) rétro-diffusés dans les moyens (10) de transmission optique, caractérisé en ce qu'il comporte un milieu de propagation optique (16) destiné à être raccordé en parallèle sur les moyens (10) de transmission optique, des moyens (18, 20) de dérivation, vers ce milieu de propagation optique (16), des signaux (P, RS ; P, RS<sub>1</sub>, RS<sub>2</sub>, RS<sub>3</sub>) rétro-diffusés dans les moyens (10) de transmission optique, et des moyens (22) de discrimination entre un signal de pompe (P) destiné à être rétro-propagé dans les moyens (10) de transmission optique et un signal de rétro-diffusion Rayleigh, ces moyens (22) de discrimination étant raccordés au milieu de propagation optique (16) de manière à supprimer le signal de rétro-diffusion Rayleigh par filtrage pour ne laisser passer que le signal de pompe (P).

2. Dispositif optique (14) de traitement de signal selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de dérivation comportent deux circulateurs (18, 20), disposés chacun à l'un des points de raccordement du milieu de propagation optique (16) sur les moyens (10) de transmission optique, de manière à provoquer la circulation du signal porteur d'informations dans les moyens (10) de transmission optique et la circulation des signaux rétro-diffusés dans le milieu de propagation optique (16), entre les deux circulateurs.

3. Dispositif optique (14) de traitement de signal selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un module fonctionnel optique (24) disposé sur les moyens (10) de transmission optique entre les deux circulateurs (18, 20).

4. Dispositif optique (14) de traitement de signal selon la revendication 3, caractérisé en ce que le module fonctionnel optique (24) comporte au moins l'un des éléments choisis dans l'ensemble constitué d'un multiplexeur optique d'insertion/extraction de longueurs d'ondes, d'un commutateur optique, d'un compensateur de dispersion modale de polarisation, et d'un régénérateur optique.

5. Dispositif optique (14) de traitement de signal selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens (22) de discrimination de signaux comprennent un filtre passe-bande, centré sur la longueur d'onde du signal de pompe Raman (P) destiné à être propagé dans les moyens (10) de transmission optique.

6. Dispositif optique (14) de traitement de signal selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens (22) de discrimination de signaux

comprennent une fibre à réseau de Bragg, dont la longueur d'onde de réflexion correspond à la longueur d'onde du signal de rétro-diffusion Rayleigh issu du signal porteur d'information.

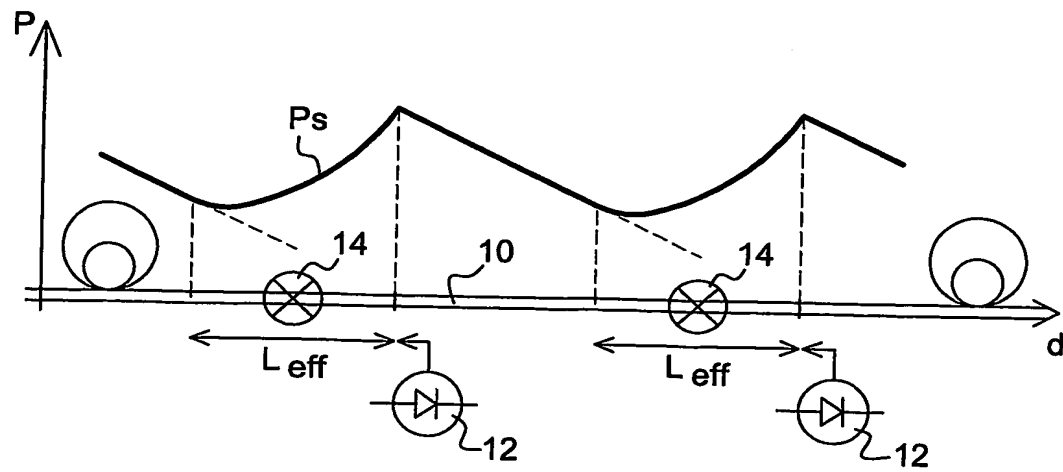
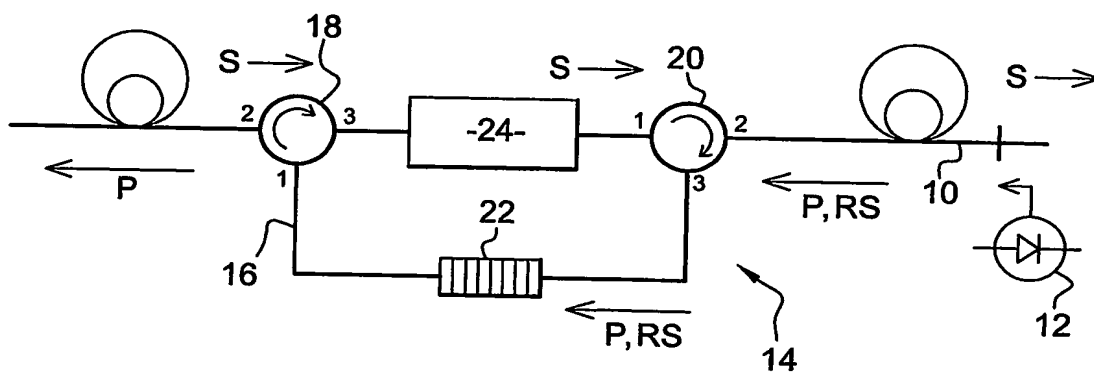
5 7. Dispositif optique (14) de traitement de signal selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, destiné à être adapté sur des moyens (10) de transmission optique d'une pluralité de signaux porteurs d'informations ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ), caractérisé en ce que les  
10 moyens de discrimination de signaux comprennent une pluralité de réseaux de Bragg (22a, 22b, 22c) disposés en série, dont les longueurs d'ondes de réflexion correspondent respectivement aux longueurs d'ondes porteuses de signaux de rétro-diffusion ( $RS_1$ ,  $RS_2$ ,  $RS_3$ ) de la pluralité des signaux porteurs d'informations.

8. Dispositif optique (14) de traitement de signal selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, destiné à être adapté sur des moyens (10) de transmission optique d'une pluralité de signaux porteurs d'informations ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ), caractérisé en ce que les  
15 moyens de discrimination de signaux comprennent un démultiplexeur de signaux optiques (26a), associé à un multiplexeur de signaux optiques (26b), le démultiplexeur étant conçu par construction pour ne transmettre que certains signaux de longueurs d'ondes prédéterminées.

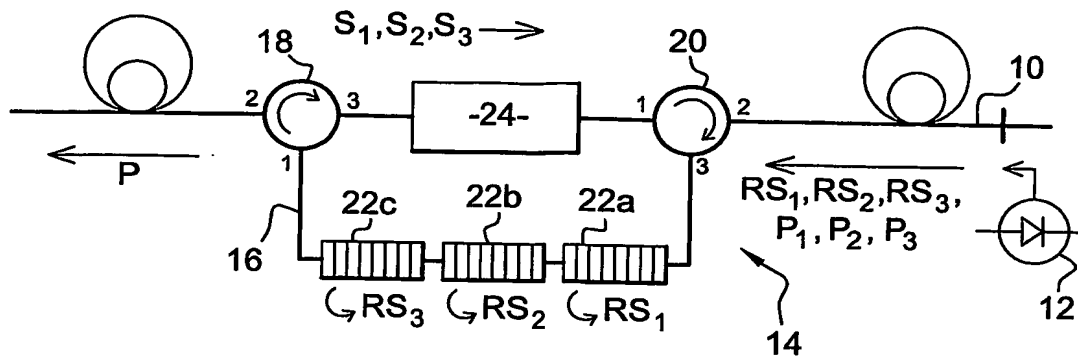
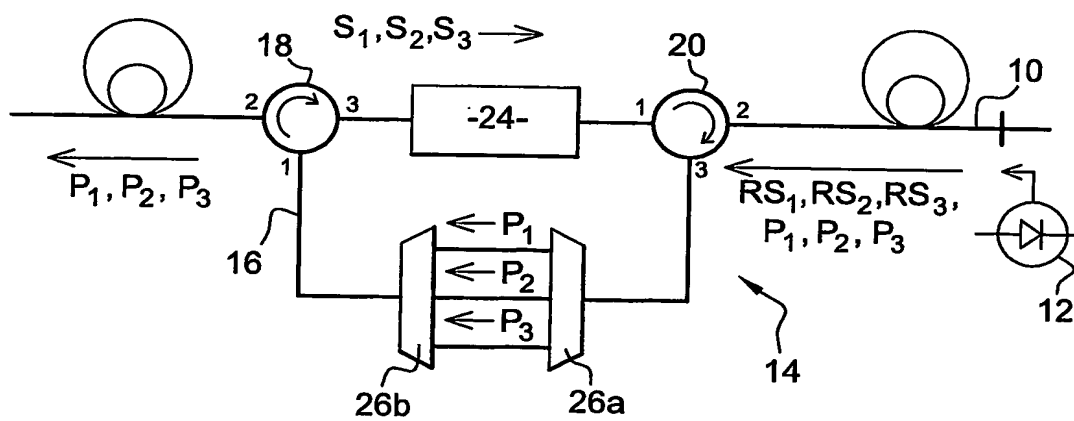
9. Dispositif optique (14) de traitement de signal selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les moyens (10) de transmission optique  
20 comportent un fibre optique de ligne, et en ce que le milieu de propagation optique (16) comporte une portion de fibre optique.

10. Installation optique de transmission de signaux, comportant un système d'amplification Raman distribuée, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre un  
25 dispositif optique (14) de traitement de signal selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

1/2

**Fig. 1****Fig. 2**

2 / 2

**Fig. 3****Fig. 4**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR2004/000799

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H04B10/18 H04B10/17

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/081069 A1 (GAO RENYUAN ET AL) 27 June 2002 (2002-06-27) paragraph '0056! - paragraph '0058! figure 12	1-3,9,10
X	WO 02/03579 A (LIANG ANHUI ; PEDERSEN BO (US); CHEN CHIEN JEN (US); TYCOM US INC ( ) 10 January 2002 (2002-01-10) page 16, line 4 - page 17, line 4 figure 3	1-4,9,10
Y	page 2, line 16 - line 25 page 4, line 3 - line 22  ----- -/--	5,6

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 September 2004

Date of mailing of the international search report

27/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Girardin, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR2004/000799

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2002/159132 A1 (GROCHOCINSKI JAMES M ET AL) 31 October 2002 (2002-10-31) paragraph '0032! - paragraph '0035! figures 3,5 paragraph '0009! paragraph '0029!	5,6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 24, 11 May 2001 (2001-05-11) -& JP 2001 185787 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD), 6 July 2001 (2001-07-06) abstract paragraph '0024! - paragraph '0026! figures 1,3,4	1-10
A	EP 0 789 432 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 13 August 1997 (1997-08-13) column 5, line 37 - column 6, line 10 figure 2	1-11
A	CHIEN-JEN CHEN ET AL.: "Time-Domain Characterization of Transient Effects and Double Rayleigh Backscattering Noise in Raman Amplifiers" OPTICAL FIBER COMMUNICATIONS CONFERENCE PROCEEDINGS, vol. 1, 17 March 2002 (2002-03-17), - 22 March 2002 (2002-03-22) pages 634-636, XP002259430 Anaheim, CA, USA the whole document	1-11



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/FR2004/000799

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002081069	A1	27-06-2002	WO 02069529 A2	06-09-2002
WO 0203579	A	10-01-2002	US 6493133 B1	10-12-2002
			AU 7310601 A	14-01-2002
			WO 0203579 A2	10-01-2002
US 2002159132	A1	31-10-2002	WO 02088782 A2	07-11-2002
JP 2001185787	A	06-07-2001	NONE	
EP 0789432	A	13-08-1997	US 5673280 A	30-09-1997
			DE 69700572 D1	11-11-1999
			DE 69700572 T2	25-05-2000
			EP 0789432 A1	13-08-1997
			JP 3025210 B2	27-03-2000
			JP 9318981 A	12-12-1997

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR2004/000799

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H04B10/18 H04B10/17

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H04B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2002/081069 A1 (GAO RENYUAN ET AL) 27 juin 2002 (2002-06-27) alinéa '0056! - alinéa '0058! figure 12	1-3,9,10
X	WO 02/03579 A (LIANG ANHUI ; PEDERSEN BO (US); CHEN CHIEN JEN (US); TYCOM US INC ( ) 10 janvier 2002 (2002-01-10) page 16, ligne 4 - page 17, ligne 4 figure 3	1-4,9,10
Y	page 2, ligne 16 - ligne 25 page 4, ligne 3 - ligne 22  -/-	5,6

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*G\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

1 septembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

27/09/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Girardin, F

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR2004/000799

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2002/159132 A1 (GROCHOCINSKI JAMES M ET AL) 31 octobre 2002 (2002-10-31) alinéa '0032! - alinéa '0035! figures 3,5 alinéa '0009! alinéa '0029!	5,6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 24, 11 mai 2001 (2001-05-11) -& JP 2001 185787 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD), 6 juillet 2001 (2001-07-06) abrégé alinéa '0024! - alinéa '0026! figures 1,3,4	1-10
A	EP 0 789 432 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 13 août 1997 (1997-08-13) colonne 5, ligne 37 - colonne 6, ligne 10 figure 2	1-11
A	CHIEN-JEN CHEN ET AL.: "Time-Domain Characterization of Transient Effects and Double Rayleigh Backscattering Noise in Raman Amplifiers" OPTICAL FIBER COMMUNICATIONS CONFERENCE PROCEEDINGS, vol. 1, 17 mars 2002 (2002-03-17), - 22 mars 2002 (2002-03-22) pages 634-636, XP002259430 Anaheim, CA, USA le document en entier	1-11

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements

membres de familles de brevets

PCT/FR2004/000799

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002081069	A1	27-06-2002	WO 02069529 A2	06-09-2002
WO 0203579	A	10-01-2002	US 6493133 B1	10-12-2002
			AU 7310601 A	14-01-2002
			WO 0203579 A2	10-01-2002
US 2002159132	A1	31-10-2002	WO 02088782 A2	07-11-2002
JP 2001185787	A	06-07-2001	AUCUN	
EP 0789432	A	13-08-1997	US 5673280 A	30-09-1997
			DE 69700572 D1	11-11-1999
			DE 69700572 T2	25-05-2000
			EP 0789432 A1	13-08-1997
			JP 3025210 B2	27-03-2000
			JP 9318981 A	12-12-1997